



GAU 3726

#5

Patitioner's Pocket No. U 013874-8

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: PEDRO NOGUEROLES VINES, et al

Application No.: 10/074,269

Group No.: 3726

Filed: FEBRUARY 12, 2002

Examiner:

For: METHOD FOR MANUFACTURING ELEMENTS OF COMPOSITE MATERIALS BY THE CO-BONDING TECHNIQUE

**Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231**

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY  
AND AN ENGLISH TRANSLATION THEREOF**

Attached please find the certified copy of the foreign application from which **RECEIVED** for this case:

Country: SPAIN

**JUN 14 2002**

Application Number: P200100317

TECHNOLOGY CENTER R3700

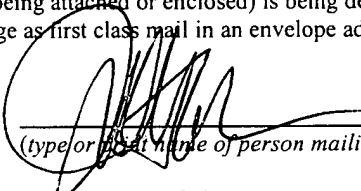
Filing Date: FEBRUARY 13, 2001

**WARNING:** "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 C.F.R. 1.4(f) (emphasis added).

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. 1.8a)**

I hereby certify that this paper (along with any paper referred to as being attached or enclosed) is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

Date: June 6, 2002

  
(type or print name of person mailing paper)

Julian H. Cohen  
Signature of person mailing paper



  
SIGNATURE OF PRACTITIONER

Reg. No.: 20,302

JULIAN H. COHEN  
(type or print name of practitioner)

Tel. No.: (212)708-1887

LADAS & PARRY  
P.O. Address

Customer No.: 00140

26 WEST 61<sup>ST</sup> STREET  
NEW YORK, N.Y. 10023

NOTE: "The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent, if the foreign application is referred to in the oath or declaration, as required by § 1.63." 37 C.F.R. 1.55(a).

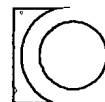
z





MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGIA

S.N. 10/074,269  
U013874-8  
Group No: 3726



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

RECEIVED

JUN 14 2002

TECHNOLOGY CENTER R3700

## CERTIFICADO OFICIAL

Por la presente certifico que los documentos adjuntos son copia exacta de la solicitud de PATENTE de INVENCION número 200100317, que tiene fecha de presentación en este Organismo el 13 de Febrero de 2001.

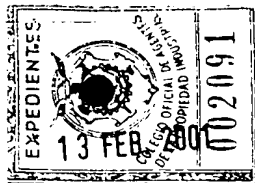
Madrid, 7 de marzo de 2002

El Director del Departamento de Patentes  
e Información Tecnológica.

P.D.

M MADRUGA





P. - 99529

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y  
MARCAS

INSTANCIA DE SOLICITUD DE:

☒ PATENTE DE INVENCION ☐ MODELO DE UTILIDAD

(1) <input type="checkbox"/> SOLICITUD DE ADICIÓN <input type="checkbox"/> SOLICITUD DIVISIONAL <input type="checkbox"/> CAMBIO DE MODALIDAD <input type="checkbox"/> TRANSFORMACIÓN SOLICITUD EUROPEA <input type="checkbox"/> PCT: ENTRADA FASE NACIONAL		(2) EXP. PRINCIPAL O DE ORIGEN MODALIDAD NÚMERO SOLICITUD FECHA SOLICITUD / /	
(4) SOLICITANTE(S)		APELLIDOS O DENOMINACIÓN JURÍDICA	
CONSTRUCCIONES AERONAUTICAS, S.A.			
(5) DATOS DEL PRIMER SOLICITANTE			
DOMICILIO Avenida de Aragón, 404			
LOCALIDAD 28022 Madrid			
PROVINCIA			
PAÍS RESIDENCIA España			
NACIONALIDAD española			
(6) INVENTOR(ES)		(7) <input type="checkbox"/> EL SOLICITANTE ES EL INVENTOR <input checked="" type="checkbox"/> EL SOLICITANTE NO ES EL INVENTOR O ÚNICO INVENTOR	
APELLIDOS		NOMBRE	
1) Nogueroles Viñes		Pedro	
2) García García		Aquilino	
3) Cerezo Pancorbo		Carlos	
(9) TÍTULO DE LA INVENCION		TECHNOLOGY CENTER R3700	
"PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE ELEMENTOS DE MATERIAL COMPUESTO MEDIANTE LA TECNOLOGIA DEL COENCOLADO"			
(10) INVENCION REFERENTE A PROCEDIMIENTO MICROBIOLÓGICO SEGÚN ART. 25.2 L.P. <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO			
(11) EXPOSICIONES OFICIALES			
LUGAR FECHA			
(12) DECLARACIONES DE PRIORIDAD			
PAÍS DE ORIGEN		COD. PAÍS	NÚMERO
(13) EL SOLICITANTE SE ACOGE A LA EXENCIÓN DE PAGO DE TASAS PREVISTA EN EL ART. 162 L.P. <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO			
(14) REPRESENTANTE		APELLIDOS TAVIRA MONTES-JOVELLAR	
		(colegiado nº 566)	
DOMICILIO Miguel Angel, nº 21		LOCALIDAD MADRID	
		PROVINCIA MADRID	
		CÓDIGO POSTAL 28010	
(15) RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN			
<input checked="" type="checkbox"/> DESCRIPCIÓN N.º DE PÁGINAS... 21 <input checked="" type="checkbox"/> REIVINDICACIONES. N.º DE PÁGINAS... 4 <input checked="" type="checkbox"/> DIBUJOS. N.º DE PÁGINAS... 8 <input checked="" type="checkbox"/> RESUMEN <input type="checkbox"/> DOCUMENTO DE PRIORIDAD <input type="checkbox"/> TRADUCCIÓN DEL DOCUMENTO DE PRIORIDAD		<input checked="" type="checkbox"/> DOCUMENTO DE REPRESENTACIÓN <input type="checkbox"/> PRUEBAS <input checked="" type="checkbox"/> JUSTIFICANTE DEL PAGO DE TASAS <input checked="" type="checkbox"/> HOJA DE INFORMACIONES COMPLEMENTARIAS <input type="checkbox"/> OTROS	
(16) NOTIFICACIÓN DE PAGO DE LA TASA DE CONCESIÓN			
Se le notifica que esta solicitud se considerará retirada si no procede al pago de la tasa de concesión; para el pago de esta tasa dispone de tres meses a contar desde la publicación del anuncio de la concesión en el BOPI. MR. los diez días que establece el art. 81 del R.D. 10-10-86.			

NÚMERO DE SOLICITUD

P200100317

FECHA Y HORA DE PRESENTACIÓN EN LA O.E.P.M.

01 FEB 13 12:11

FECHA Y HORA DE PRESENTACIÓN EN LUGAR DISTINTO O.E.P.M.

(3) LUGAR DE PRESENTACIÓN CÓDIGO  
MADRID 28

NOMBRE D.N.I.

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS  
Dpto. SECRETARÍA GENERAL  
RE-PROGRAFIA  
Panamá, 1 de Mayo 28071

RECEIVED

JUN 14 2002

ILMO. SR. DIRECTOR DE LA OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ifg



# PATENTE

## RESUMEN Y GRÁFICO

NÚMERO DE SOLICITUD

P200100517

FECHA DE PRESENTACIÓN

13 de Febrero de 2001

### RESUMEN (Máx. 150 palabras)

Procedimiento de fabricación de elementos de material compuesto mediante la tecnología del coencolado, en el que se pegan elementos en fresco (largueros (2) con preforma) sobre otro elemento curado (revestimiento 3) con múltiples cambios de espesor, empleando un utillaje rígido tipo macho rígido de invar que sirve de apoyo y posicionamiento durante el curado. Se elabora cada elemento con material preimpregnado mediante encintado automático. La preforma de los largueros (sección en "J") se obtiene mediante conformado en caliente de laminados planos. El curado final y pegado al revestimiento precurado (coencolado) se realiza mediante bolsa de vacío directa en autoclave. Se hace un desarrollo plano de la bolsa de vacío, se traza en máquina de control numérico y se elabora previamente a su colocación sobre el útil. En el caso de grandes superficies con difícil acceso, el ajuste final se realiza con útil y pieza en posición vertical, por las dificultades ergonómicas que implica trabajar sobre determinadas zonas de la misma. La invención es aplicable al campo de la aeronáutica.

(Figura 1)

### GRÁFICO

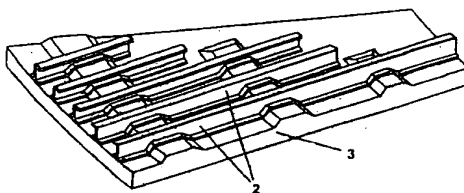


Fig. 1





(31) NÚMERO

(32) FECHA

(33) PAÍS

A1

(12) PATENTE DE INVENCION

(21) NÚMERO DE SOLICITUD

P 200100517

(22) FECHA DE PRESENTACIÓN

13 Febrero 2001

(71) SOLICITANTE(S)

CONSTRUCCIONES AERONAUTICAS, S.A.

NACIONALIDAD

española

DOMICILIO

Avda. de Aragón, 404, 28022 Madrid, España

(72) INVENTOR(ES)

Pedro Nogueroles Viñes, Aquilino García García y  
Carlos Cerezo Pancorbo

(73) TITULAR(ES)

(11) N° DE PUBLICACIÓN

(45) FECHA DE PUBLICACIÓN

(62) PATENTE DE LA QUE  
ES DIVISIONARIA

GRÁFICO (SÓLO PARA INTERPRETAR RESUMEN)

(51) Int. Cl.

(54) TÍTULO

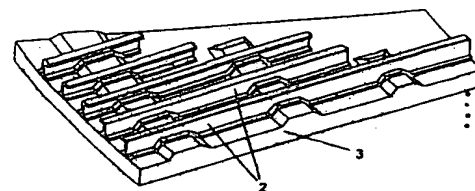
"PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE ELEMEN  
TOS DE MATERIAL COMPUESTO MEDIANTE LA  
TECNOLOGÍA DEL COENCOLADO"

Fig. 1

(57) RESUMEN

Procedimiento de fabricación de elementos de material compuesto mediante la tecnología del coencolado, en el que se pegan elementos en fresco (largueros (2) con preforma) sobre otro elemento curado (revestimiento 3) con múltiples cambios de espesor, empleando un utillaje rígido tipo macho rígido de invar que sirve de apoyo y posicionamiento durante el curado. Se elabora cada elemento con material preimpregnado mediante encintado automático. La preforma de los largueros (sección en "J") se obtiene mediante conformado en caliente de laminados planos. El curado final y pegado al revestimiento precurado (coencolado) se realiza mediante bolsa de vacío directa en autoclave. Se hace un desarrollo plano de la bolsa de vacío, se traza en máquina de control numérico y se elabora previamente a su colocación sobre el útil. En el caso de grandes superficies con difícil acceso, el ajuste final se realiza con útil y pieza en posición vertical, por las dificultades ergonómicas que implica trabajar sobre determinadas zonas de la misma. La invención es aplicable al campo de la aeronáutica.

(Figura 1)

PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS DE MATERIAL  
COMPUESTO MEDIANTE LA TECNOLOGÍA DEL COENCOLADO

CAMPO DE LA INVENCION

5

La presente invención hace referencia, en general, a los procedimientos de fabricación de una estructura de material compuesto donde sobre un elemento precurado (revestimiento) se pegan otros en estado fresco (largueros) mediante una capa de adhesivo entre ellos (entre el elemento precurado y cada uno de los que se encuentran en fresco), consiguiéndose una unión estructural. El adhesivo se cura a la vez que estos últimos.

15 Más específicamente, la invención tiene como objeto desarrollar los conceptos teóricos necesarios y sus procesos de fabricación correspondientes para conseguir un sistema de unión mediante coencolado de uno o varios elementos (largueros), fabricados en materiales compuestos y en estado fresco, y otra  
20 pieza base (revestimiento), también de material compuesto pero curado, con múltiples cambios de espesor. Se debe obtener un ajuste preciso de los elementos en fresco, tanto con la superficie de encolado (revestimiento) como con otra superficie superior.

Para ello, el tipo de utillaje empleado es el factor más influyente, siendo éste un utillaje rígido tipo macho rígido de invar (posteriormente se describirá detalladamente) con bolsa directa que permite  
30 obtener una buena precisión dimensional a la vez que una estrecha tolerancia de posicionamiento. Como aclaración del término de "bolsa directa", es de señalar que el concepto de bolsa de vacío directa se refiere a que los elementos que componen la bolsa de  
35 vacío (FEP, o sea, flúor-etileno-propileno, aireador tipo AIRWEAVE y plástico de bolsa) están directamente

sobre la pieza a curar, sin interponerse ningún tipo de utillaje entre ambos. Esto garantiza una presión de compactación uniforme.

5 La unión se realiza mediante curado de la capa de adhesivo bajo estrictas condiciones de presión y a la temperatura de polimerización de éste, que debe coincidir con la de la resina de los elementos aún sin curar, ya que ambos procesos químicos se producen simultáneamente en el mismo ciclo de autoclave.

10 Asimismo, la unión que se realiza está diseñada para resistir los esfuerzos de cortadura aplicados al revestimiento por los largueros, debido a deflexiones de la estructura y fuerzas de desprendimiento aplicadas en los largueros por los revestimientos, así como  
15 diferentes tipos de presión interna, como son los de un fluido cuando el cajón de torsión es tanque de combustible.

#### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 El hecho más destacable de la presente invención es la utilización de un utillaje rígido (sistema de machos rígidos y peines) para realizar la unión encolada, combinado con la aplicación de presión de autoclave a través de un esquema de bolsa de vacío  
25 directamente en contacto con los elementos a pegar y curar.

Para realizar la unión de elementos en fresco a un revestimiento precurado, que deben ajustar en el  
30 extremo no pegado a otra superficie compleja, inicialmente se desarrolló un sistema de fabricación con un utillaje flexible, empleando la técnica de "machos inflables". Estos machos se fabricaban con material elastomérico rigidizado según necesidades con fibra  
35 de carbono.

El alto coste y baja fiabilidad de este utillaje motivó el desarrollo de un sistema de utillaje rígido

que resolvía estos problemas: es el sistema de coencolado con machos rígidos.

5 Durante la fase de desarrollo del utillaje tipo macho rígido, se realizaron ensayos con útiles de distintas configuraciones:

- 10    • De material acero se probaron distintas configuraciones, desechándose por los problemas de los gradientes térmicos generados, lo cual producía deformaciones en la pieza hasta el punto de no alcanzarse la calidad requerida.
- De material invar han sido probadas dos soluciones constructivas:

15       - Machos rígidos contruidos a base de chapas soldadas que posteriormente se han mecanizado. Esta solución da el menor peso pero su construcción es extremadamente compleja, sufriendo varias deformaciones y enderezados durante su fabricación.

20       Existe también la posibilidad de dejar poco espesor de pared tras el mecanizado con el consiguiente peligro de colapso del útil en autoclave. El peso resultante no permite su manejo a mano.

25       - Machos rígidos contruidos a partir de un palastro de espesor suficiente, aligerado mediante mecanizado y posteriormente tapado con una chapa soldada.

30       El material aligerado es de  $\approx 25$  kg frente a un peso de macho rígido macizo del orden de 150 kg. Este aligeramiento no está justificado por temas de manipulación, ya que alarga enormemente el ciclo de fabricación del útil y su manejo debe seguir siendo realizado con medios auxiliares.

35       Paralelamente al empleo de diferentes materiales y configuraciones de los machos rígidos, otro aspecto fundamental en la utilización de este tipo de utillaje rígido en forma de cuchilla es la distancia que puede quedar desde el filo del macho rígido hasta el radio del pie del larguero. Se ensayaron las siguien-

tes configuraciones:

- El macho rígido se prolonga hasta 2 mm en el interior del radio.

- El macho rígido queda 2 mm por encima del radio.

- El macho rígido se extiende hasta la mitad del radio.

Se concluye que el macho rígido debe terminar por encima del radio del pie, ya que esta configuración es la que produce mejores resultados dimensionales y de calidad, y además facilita el desmoldeo.

Estudios posteriores condujeron a la optimización de la distancia a la que debía quedar el macho rígido del radio del pie del larguero, llegando a la conclusión de que la distancia más adecuada era 3 mm desde el filo del macho rígido hasta la salida del radio del pie del larguero.

De los resultados obtenidos se concluye que los machos rígidos deben ser de invar macizos porque su construcción se simplifica mucho, ganando además en tolerancia dimensional. Además, su manejo se realizaría en cualquier caso con medios auxiliares y no manualmente, sea cual sea su configuración.

En cuanto a uniones encoladas, empleando otro tipo de utillaje, los antecedentes más cercanos de la solicitante son los referentes a:

1. Unión de rigidizadores de largueros del cajón de torsión del estabilizador horizontal del avión A330-340 (actualmente en fase de producción).

2. Unión de rigidizadores longitudinales de los revestimientos del cajón de torsión del ala del avión CASA 3000 (en fase de prototipo).

3. Unión de larguerillos a revestimientos del cajón de torsión del ensayo FB.5-1 del programa de desarrollo tecnológico de grandes superficies sustentadoras (G.S.S.), para ser aplicado al estabilizador horizontal del A3XX.

De los resultados de las anteriores experiencias, así como de otros estudios y ensayos de fabricabilidad al respecto, se deduce que la aplicación del procedimiento de la presente invención es factible y fiable para su utilización en piezas de estructuras resistentes altamente exigidas y con estrictos requisitos de calidad, con geometrías complejas y tolerancias dimensionales estrictas.

#### CAMPO DE APLICACIÓN DE LA INVENCION

Esta invención es aplicable a la fabricación de estructuras de materiales compuestos en las que existe un elemento precurado (revestimiento) y otros en estado fresco (largueros) que se curan a la vez que se encolan al elemento precurado.

Estructuras en las que puede tener aplicación esta tecnología podrían ser:

- Estructuras y mandos de aviones, tales como estructuras sustentadoras, superficies móviles sustentadoras, fuselajes.
- Naves espaciales.
- Vehículos marinos y terrestres.
- Maquinaria y equipo de carácter industrial.

Las diferentes etapas de fabricación que componen el proceso completo son:

##### ◦ Fabricación del revestimiento

- Encintado sobre útil con curvatura.
- Colocación de bolsa de vacío sobre laminado.
- Curado en autoclave.
- No hay operación de desmoldeo ni inspección no destructiva.

##### ◦ Fabricación de largueros en "J"

- Encintado plano.
- Corte 2D en fresco de patrones.
- Montaje de patrones hasta la configuración final  
5 de telas del larguero.
- Primer ciclo de conformado en caliente, obteniéndose dos mitades de larguero con forma de "L".
- Volteo de una mitad sobre otra.
- Segundo ciclo de conformado en caliente, obteniéndose el larguero con forma de "J" definitiva.  
10
- Corte 3D en fresco de las creces del larguero, así como otro tipo de cortes para obtener el larguero en su dimensión final tras el ciclo de curado.
  
- 15    • **Fabricación bolsa de vacío**
- Desarrollo plano aproximado de la configuración final de la bolsa.
- Trazado de la bolsa en máquina plana de control  
20 numérico o manualmente con plantillas o mylar. Se traza la posición de los largueros y pinzas en radios.
- Elaboración y fijación manual de pinzas.
  
- 25    • **Fabricación estructura final: coencolado**
- Montaje de largueros sobre machos rígidos de invar en mesas auxiliares de premontaje. Cada mesa con dos machos rígidos para poder trabajar de forma  
30 ergonómica.
- Colocación de todos los elementos posibles de la bolsa de vacío final sobre los largueros en las mesas de premontaje. Asimismo, se realiza una compactación para asegurar el ajuste sobre el revestimiento.  
35 Para ello, las mesas de premontaje disponen de una superficie que simula perfectamente

la superficie del revestimiento.

- Transferencia de machos rígidos+peines+largueros a su posición definitiva sobre el revestimiento.
- Colocación del resto de elementos de la bolsa de vacío.
- Montaje de la bolsa de vacío prefabricada y chequeada.
- Ajuste final de la bolsa de vacío con el conjunto en posición vertical, para el caso de grandes superficies con difícil acceso a determinadas zonas.
- Ciclo de curado en autoclave.
- Desmoldeo.
- Inspección no destructiva del revestimiento.
- Recanteo (sólo del revestimiento porque el sistema de machos rígidos permite obtener los largueros a su geometría definitiva).
- Inspección no destructiva de largueros.
- Imprimación y pintura.

20    ◦ **Materiales:**

Los materiales de aplicación serán materiales compuestos donde las fibras y resina pueden ser:

25    **FIBRAS**

- Fibra de carbono.
- Fibra de vidrio.
- Fibra cerámica.
- Fibra de aramida.
- Fibra de boro.

**RESINAS**

- 35    - Resina epoxi.
- Resina termoplástica.



- Otras resinas termoestables.

### SUMARIO DE LA INVENCION

5           Es objeto de la invención un procedimiento de fabricación de estructuras de material compuesto en el que se unen diferentes elementos en fresco (largueros) a un elemento precurado (revestimiento), de manera que la unión tenga requisitos estructurales.

10           El pegado y curado de largueros se consigue mediante conformado previo y curado final en autoclave con bolsa de vacío directa.

            Los elementos en fresco son de sección en "J".

            El fundamento del sistema de fabricación es el

15           optimizado diseño de útiles de conformado (de aluminio y madera mejorada con sistema de vacío integrado para el volteo) y sobre todo de curado en autoclave: machos rígidos, fabricados en invar (para evitar deformaciones debido a dilataciones térmicas), así

20           como la automatización de todos los procesos.

            El procedimiento es aplicable a cualquier estructura base que requiera ser rigidizada con elementos de una geometría muy precisa.

            Las técnicas de encintado pueden ser indistintamente manuales o automáticas, si bien el sistema

25           automatizado de encintado optimiza considerablemente el proceso.

            En una realización específica, la invención ha creado un procedimiento de fabricación de piezas

30           precuradas en material compuesto con largueros de sección en "J" aplicados en estado fresco, en el que se unen estructuralmente al menos dos piezas fabricadas en materiales compuestos, de las que una primera pieza, denominada pieza base o revestimiento, está en

35           estado curado y una/as segunda/as pieza/as, denominadas largueros, se encuentran en estado fresco, y en el que la unión de ambas piezas se efectúa mediante

una capa de adhesivo estructural de tal manera que la segunda pieza quede compactada contra la primera, con adecuada reticulación de la resina de su material compuesto, y adherida tan fuertemente a la piel de la primera pieza que garantice la adecuada resistencia de la capa de adhesivo. Este procedimiento se caracteriza por los pasos siguientes: laminar capas superpuestas de material compuesto en estado preimpregnado de modo que la orientación de la fibra se adapte a los requisitos estructurales de la pieza que se desea obtener, produciéndose a partir de los laminados resultantes, por un lado, la pieza base y, por otro lado, un conjunto de empilados básicos destinados a formar la segunda pieza; curar la pieza base en autoclave; cortar el laminado plano con diferentes zonas de espesor del que se obtienen las segundas piezas; montar paquetes a partir de los patrones obtenidos en el corte anterior; realizar un conformado en caliente en dos ciclos, por aplicación de calor y vacío, de las configuraciones anteriormente obtenidas en plano para obtener una preforma con sección en "J"; realizar el montaje de las preformas sobre los útiles de curar, en mesas auxiliares de premontaje que facilitan la tarea; posicionar con precisión todo el utillaje (machos rígidos+peines) y las piezas con sección en "J" sobre la pieza base precurada; montar una bolsa de vacío previamente fabricada y chequeada; voltear la pieza y el útil hasta una posición vertical cuando las piezas son de grandes superficies y difícil acceso, haciéndose en esta posición el ajuste fino de la bolsa de vacío; y realizar ciclo de autoclave para el curado.

Según la invención, se unen una pieza base y una o más segundas piezas para obtener una pieza precurada terminada. Los elementos a encolar en estado fresco se obtienen a partir de laminados planos de espesores variables por zonas, que posteriormente se

cortan y apilan en paquetes hasta la configuración final de la pieza, apilándose paquetes de como mínimo dos telas y no colocándose en ningún caso tela a tela.

5           Asimismo, los elementos a encolar en estado fresco se conforman en caliente para obtener preformas con la geometría final, de manera que puedan montarse fácilmente sobre los útiles de curar (machos rígidos). Los útiles de conformado en caliente son de  
10 aluminio con madera mejorada por su parte superior en contacto con la fibra para evitar pérdidas por transferencia de calor, así como de su sistema de vacío integrado para la operación de volteo de dichos útiles.

15           Por otra parte, los útiles de curar son de sección de forma general de trapecio rectángulo de modo que aseguren la calidad geométrica de la pieza, permitiendo el ajuste de los largueros por su cara superior con otra pieza del tipo de la pieza base.  
20 Estos útiles de curar son fabricados en invar para evitar las deformaciones originadas por las dilataciones térmicas durante el ciclo de autoclave.

          Además, entre el filo del macho rígido y el radio del pie del larguero hay una distancia de 3 mm que  
25 garantiza la calidad geométrica de la pieza así como el desmoldeo, y el curado en autoclave se lleva a cabo a una presión de 585 kPa a 896 kPa y a una temperatura de hasta 190°C en función del material compuesto empleado, con un gradiente de calentamiento  
30 de 0,5 a 2°C/min.

          Utilizando el procedimiento de la invención, se obtienen piezas aplicables en estructuras y mandos de vehículos aeroespaciales, marinos y terrestres, así como en maquinaria y equipos industriales. En particular,  
35 la pieza base (revestimiento) consiste en la piel de un ala de avión, un estabilizador o cualquier otro elemento que necesite ser rigidizado para el

cumplimiento de su función estructural.

Según la invención, las piezas en estado fresco son de sección transversal en "J" y presentan espesores entre 1 y 6 mm, en tanto que la pieza base presenta una longitud de hasta 7 m, con forma en delta.

La bolsa de vacío empleada en el procedimiento de la invención es de grandes dimensiones y por ello se traza en máquina de control numérico y se elabora previamente a su colocación.

El material compuesto utilizado en el procedimiento de la invención consiste en fibras y resinas seleccionadas entre fibra de vidrio, fibra de carbono, fibra de aramida, fibra de boro, resina epoxi, resina termoplástica y otras resinas termoestables.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las anteriores y otras características y ventajas de la invención se desprenderán con más detalle de la descripción siguiente con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en perspectiva de una estructura de material compuesto obtenida con el procedimiento de la invención,

La figura 2 es una vista en perspectiva de un macho rígido de invar utilizado en el procedimiento de la invención,

La figura 3 es una sección transvesal típica de un macho rígido de invar como el de la figura 2,

La figura 4 muestra el macho rígido de la figura 2 y un larguero en "J", sujeto al mismo, encerrados dentro de una bolsa de vacío directa,

La figura 5 muestra un larguero en "J" sujeto a un macho rígido de invar como el de la figura 2,

La figura 6 muestra pasos sucesivos en la fabricación de la preforma de un larguero en "J"

conforme al procedimiento de la invención,

La figura 7a-c muestra detalles en sección de los dos útiles de conformado en caliente utilizados en el proceso de fabricación ilustrado en la figura 6,

La figura 8a-b ilustra dos modos de fijación de un macho rígido de invar a un peine de soporte, y

La figura 9 muestra esquemáticamente la posición relativa de los diversos elementos necesarios para la puesta en práctica del procedimiento de la invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El procedimiento de fabricación desarrollado por la invención, aplicable a materiales compuestos, va asociado a un conjunto de distintos procesos previos que permiten la realización del coencolado de una manera optimizada.

La base fundamental sobre la que se apoya el éxito del proceso radica en el utillaje utilizado. El proceso y sistema de utillaje rígido, machos rígidos 1, ha sido desarrollado específicamente para geometrías muy peculiares en las que largueros 2 con sección en "J" deben ser encolados a un revestimiento 3 con multitud de cambios de espesor, y donde debe existir un buen ajuste de los largueros con otra superficie por la cara superior de éstos.

Por el hecho de que los largueros 2 deben mantener una altura determinada con una estrecha tolerancia, los machos rígidos 1 deben estar totalmente fijos durante el ciclo de curado, sin posibilidad de ejercer presión de compactación contra el pie del larguero, lo cual dificulta aún más el proceso.

#### **FABRICACIÓN DEL REVESTIMIENTO**

Se fabrica la piel base mediante encintado automático (ATL; automatic tape laying), si bien también

se puede realizar colocando la cinta manualmente, empleando para ello, en ambos casos, cinta unidireccional con un ancho de banda de 150 mm. Se emplea un ancho relativamente pequeño para poder laminar superficies de curvatura considerable y con grandes diferencias de espesor en zonas locales, por la aplicación local de cargas de la estructura en su vida de servicio.

Para evitar los problemas de la diferente expansión térmica entre el útil 4 y el material empleado (cinta de fibra de carbono), se emplea un útil de invar, material que presenta una estabilidad térmica muy similar a los laminados de fibra de carbono.

El ciclo de curado se realiza a alta presión (896 kPa), para garantizar la no aparición de porosidad en el interior del elemento. Sin desmoldear el revestimiento 3 del útil 4, se procede a la operación de coencolado de los largueros 2, una vez obtenida la preforma de éstos.

20

#### **FABRICACIÓN DE LARGUEROS EN "J"**

Los largueros 2 en "J" se fabrican empleando la técnica de "paquetes", para automatizar al máximo su fabricación.

Para evitar tener que colocar las telas una a una, se encinta automáticamente un laminado plano, con las orientaciones adecuadas y con diferentes espesores que varían desde 0,5 mm (2 capas de cinta de fibra de carbono) hasta 1,75 mm (7 capas de cinta de fibra de carbono). El encintado en plano se hace con cinta unidireccional de un ancho de 300 mm, para acortar los tiempos de máquina (o de encintado manual en su defecto).

Este laminado se lleva a la máquina de corte de panex 2D (corte en fresco), donde se obtienen los patrones que formarán parte de cada larguero 2 (el término "panex" se aplica a un empilado en fresco - sin

curar - de cinta y/o tejido de fibra de carbono). Antes de realizar el conformado en caliente, se procede al montaje de paquetes, hasta conseguir la secuencia de telas requerida. De los patrones que se montan, unos son completos a toda la pieza y otros son refuerzos locales en determinadas zonas.

La obtención de la preforma del larguero 2 en "J" requiere de dos ciclos de conformado en caliente, los cuales se muestran en las figuras 6 y 7.

En el primer ciclo se dobla el pie 5,5' de cada una de las mitades del larguero 2, obteniéndose dos "L". Se realiza el volteo del útil 6 sobre el útil 6', sujetándose el laminado en el útil gracias al sistema de vacío integrado del útil. Se coloca en el pie del larguero una tira de remate 7 de fibra de carbono (2 capas) y otra de adhesivo 8, sin quitar el papel soporte, para evitar que se quede adherido posteriormente el larguero en las mesas de premontaje, como veremos.

El hueco central que queda en el pie entre las dos mitades del larguero, se rellena con una pieza 9 de fibra de carbono (rowing) con sección en forma triangular, con orientaciones a (+/-), cortada en máquina de control numérico.

En la figuras 6 y 7 se advierten también un pisa 10, un pasador 27 de sujeción del mismo, una lámina FEP 11, dos cintas adhesivas 12 y dos angulares de adhesivo 13, 13'.

En el segundo ciclo se obtiene la "J" definitiva doblando el extremo (cabeza) del larguero 2 alejado de su pie 5,5'.

Las fases a) y b) ilustradas en la figura 7 corresponden al primer ciclo descrito, y la fase c) de la figura 7 corresponde al segundo ciclo citado.

Los útiles 6,6' son de aluminio y madera mejorada en contacto con los laminados, para minimizar la transferencia de calor del laminado al útil. Durante

el conformado, la aplicación de vacío debe ser muy lenta (10mmHg/min), para permitir el deslizamiento de unas telas sobre otras y evitar la aparición de arrugas en los radios de giro. El vacío se aplica cuando el laminado ya está a la temperatura adecuada (entre 45 y 60°C).

Para evitar la operación de recantado de los largueros 2 una vez unidos al revestimiento 3, lo cual es complicado por la geometría final, se cortan las creces longitudinales y las creces de la cabeza en fresco, así como cualquier taladro o hueco en el alma del larguero, en máquina de control numérico de 5 ejes en 3D. Después de esta operación, el larguero tiene su dimensión a neto.

15

#### BOLSA DE VACÍO

Para grandes y complejos desarrollos de bolsa de vacío 14 (figura 4), se ha desarrollado un sistema de prefabricación de bolsas que comprende los siguientes pasos:

- 20     • Desarrollo plano aproximado de la configuración final de la bolsa.
- Trazado de la bolsa en máquina 2D de control numérico o con plantillas o mylar. Se traza la posición de los largueros y pinzas en radios.
- 25     • Elaboración manual de pinzas.
- Chequeo de la bolsa de vacío, cerrándola sobre sí misma.
- Almacenaje, protegiendo adecuadamente el plástico hasta su utilización.
- 30

Para grandes superficies, se emplea un sistema de volteo para el montaje de la bolsa de vacío, llevando el útil 4 a una posición vertical que permita ganar acceso a las zonas interiores del mismo. Durante el proceso de coencolado es imprescindible tener acceso a toda la superficie de forma ergonómica con el fin de realizar un exhaustivo

35



ajuste e inspección visual de la compleja bolsa de vacío que se emplea, previo al ciclo de autoclave. De este ajuste entre bolsa-útil o bolsa-pieza depende tanto la fiabilidad de la misma como la buena geometría de la pieza. Para ello, se eleva horizontalmente todo el conjunto pieza-útil, hasta una posición que permita posteriormente realizar el giro a la posición vertical.

La estructura de la bolsa 14 está constituida por una cinta 15 de doble cara, un separador 11 (que no se muestra en la figura 4 y que corresponde a la lámina FEP 11 antes citada), un aireador 16 tipo AIRWEAVE y una película exterior 17 de plástico, por ejemplo nylon.

Las siglas TIP contenidas en la figura 4 quieren decir TIPICO, aplicado a una cota.

#### PROCESO DE COENCOLADO

Para realizar el proceso de coencolado se dispone del siguiente utillaje básico:

- **Machos rígidos**
- **Peines**
- **Mesas de premontaje**

#### 25 **MACHOS RIGIDOS**

Son la parte principal del utillaje y de su ajuste y posicionamiento depende la calidad dimensional de la pieza coencolada.

Son los elementos de apoyo y posicionamiento de los largueros 2 durante el ciclo de curado y que sirven a su vez para posicionar con precisión cada uno de ellos. Una sección típica de un macho rígido 1 es la esquematizada en la figura 5.

El escalón 18 que presenta en la parte superior está diseñado para hacer de tope de la cabeza 19 del larguero 2, si bien se deja una holgura de 1 mm para

permitir el rebose de la resina durante el ciclo de curado.

En su parte inferior el perfil del macho rígido 1 acaba en una arista viva 20 por diferentes motivos:

- 5    • Permitir el acoplamiento perfecto de la bolsa de vacío 14 sin dejar que quede ningún puenteo de la misma, lo cual produciría la rotura de la bolsa o, en su defecto, la deformación del larguero 2 en esa zona.
- 10   • Evitar reboses de resina en esa zona, lo cual dificultaría enormemente el desmoldeo a la vez de producir deformaciones en el radio del pie 5,5' del larguero 2.

15    La arista 20 termina 3 mm por encima de la salida del radio del pie 5,5' para permitir la operación de desmoldeo.

La arista 20 del macho rígido 1 sigue fielmente la geometría del revestimiento 3, con subidas y bajadas debido a los cambios de espesor.

20    Con este diseño de útil, el pie 5,5' del larguero 2 (zona a encolar) se ve sometido a la presión directa del autoclave a través de la bolsa de vacío 14.

25    Aquellas zonas del macho rígido 1 donde no hay larguero 2 están cubiertas por unos elementos metálicos 28 (rellenos) que simulan el espesor y el pie 5,5' del larguero 2, para de este modo evitar que la bolsa de vacío 14 se cuele por la ranura inferior que quedaría, con el consiguiente riesgo de rotura de la misma.

30    Como ya se ha comentado anteriormente, los machos rígidos 1 están fabricados en invar, para evitar deformaciones del larguero 2 durante el ciclo de curado como consecuencia de la diferencia de expansión térmica entre larguero y macho rígido.

35    En los extremos longitudinales de los machos rígidos 1, justo en el final del larguero 2, se reali-

zan ranuras 21 para insertar retenedores 29 de airpad o teflón, fácilmente desmontables durante el desmoldeo y que permiten retener los excesos de resina de los largueros 2 durante el ciclo de autoclave.

5

### PEINES

Son los elementos de apoyo de los machos rígidos 1. Algunos van sobre el útil 4 del revestimiento 3 y otros van sobre el propio revestimiento curado 3, simplemente apoyados. Su misión es asegurar la precisión en altura y verticalidad de los machos rígidos, a la vez de garantizar su alineación longitudinal. Un esquema típico de un peine 22 es el representado en las figuras 8a-b, de las que la figura 8a ilustra la fijación de machos rígidos a peines en la sección del encastre del ala al fuselaje, en tanto que la figura 8b muestra la fijación de machos rígidos a peines intermedios y de punta de ala.

Los huecos entre macho rígido 1, peine 22 y revestimiento 3 deben evitarse con el fin de minimizar los riesgos de rotura de la bolsa 14. Este punto es de suma importancia en el diseño de los útiles definitivos de coencolado.

Las superficies de apoyo vertical de los machos rígidos 1 han sido dotadas de una plaquita cementada de 2 mm de espesor para evitar su desgaste. Sobre ellas se sitúan unas calas 23 con dos funciones:

- Dar al macho rígido 1 la altura correcta.
- Posibilitar la operación de desmoldeo. Para ello, con el macho rígido 1 sujeto, se retiran las calas 23, se realiza un movimiento del macho rígido hacia el revestimiento 3 de 2 mm de recorrido, se desplaza lateralmente para librar la cabeza 19 de la "J" del larguero 2 y finalmente se eleva para transportarlo al carro de almacenaje correspondiente.

35

La sujeción de los machos rígidos 1 a los peines

22 se realiza mediante tornillos 24 y fijas 25, así como con el empleo de cintas 26.

En la figura 2 se ilustra la cooperación entre el macho rígido 1 y los peines 22 para sostener el larguero 2. En esta figura se ha designado con 30 la zona de montaje del peine en la punta del ala, con 31 la zona de montaje de los rellenos 28, con 32 la zona de montaje del peine en el encastre del ala al fuselaje y con 33 la zona de alojamiento del larguero.

En la figura 9 se ofrece un detalle de la posición relativa entre macho rígido 1, peine 22, relleno 28, cala 23, retenedor 29 y larguero 2, ilustrando la parte rayada una sección típica del macho rígido 1.

#### MESAS DE PREMONTAJE

Para realizar el montaje de los largueros 2 sobre el revestimiento 3, se dispone de mesas de premontaje auxiliares donde la superficie de las mismas reproduce la superficie teórica del revestimiento. Cada una de estas mesas acoge a dos largueros con sus respectivos machos rígidos 1 y peines 22. Esto permite trabajar de forma ergonómica.

Se montan los peines 22 sobre la mesa de premontaje, se colocan los machos rígidos 1 en los peines y posteriormente se sitúa el larguero en el macho rígido, donde sufre una compactación. El pie 5,5' del larguero lleva la tira de adhesivo con el papel soporte adherido, para evitar que se pegue en la mesa. Finalmente se transporta el conjunto al revestimiento 3 donde se posiciona de forma precisa.

Una vez posicionado todo el utillaje y los largueros 2 sobre el revestimiento 3, se completa el esquema de bolsa de vacío 14 realizando un chequeo visual de que es perfectamente estanca.

En el caso de grandes superficies, el ajuste fi-

nal de la bolsa 14 se hará con el útil y la pieza en posición vertical.

Una vez realizada la bolsa de vacío, se introduce en el autoclave para el curado y pegado de los  
5 largueros 2 al revestimiento 3.

Las operaciones siguientes son las que a continuación se enumeran de manera sucinta:

- Desmoldeo: Tal como se ha explicado anteriormente.
- Inspección ultrasónica automática del revestimiento  
10 3.
- Recanteado en máquina de control numérico de 5 ejes.
- Inspección ultrasónica automática y manual de los  
largueros 2 y zonas recanteadas.
- 15 • Imprimación y pintura.

En lo que antecede se han destacado las características esenciales de la invención, si bien, como se comprenderá, sería posible efectuar modificaciones en ciertos detalles del procedimiento de fabricación y del utillaje desarrollados por el solicitante. Por  
20 este motivo, se pretende que el alcance de la invención quede limitado únicamente por el contenido de las reivindicaciones adjuntas.

### REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de piezas precu-  
radas en material compuesto con largueros de sección  
5 en "J" aplicados en estado fresco, en el que se unen  
estructuralmente al menos dos piezas fabricadas en  
materiales compuestos, de las que una primera pieza,  
denominada pieza base o revestimiento (3), está en  
estado curado y una/as segunda/as pieza/as, denomina-  
10 das largueros (2), se encuentran en estado fresco, y  
en el que la unión de ambas piezas se efectúa median-  
te una capa de adhesivo estructural de tal manera que  
la segunda pieza quede compactada contra la primera,  
con adecuada reticulación de la resina de su material  
15 compuesto, y adherida tan fuertemente a la piel de la  
primera pieza que garantice la adecuada resistencia  
de la capa de adhesivo, caracterizado porque compren-  
de los pasos siguientes:

laminar capas superpuestas de material compuesto  
20 en estado preimpregnado de modo que la orientación de  
la fibra se adapte a los requisitos estructurales de  
la pieza que se desea obtener, produciéndose a partir  
de los laminados resultantes, por un lado, la pieza  
base y, por otro lado, un conjunto de empilados  
25 básicos destinados a formar la segunda pieza;

curar la pieza base en autoclave;

cortar el laminado plano con diferentes zonas de  
espesor del que se obtienen las segundas piezas;

30 montar paquetes a partir de los patrones obteni-  
dos en el corte anterior;

realizar un conformado en caliente en dos ci-  
clos, por aplicación de calor y vacío, de las confi-  
guraciones anteriormente obtenidas en plano para  
obtener una preforma con sección en "J";

35 realizar el montaje de las preformas sobre los  
útiles de curar, en mesas auxiliares de premontaje  
que facilitan la tarea;

posicionar con precisión todo el utillaje (machos rígidos 1+peines 22) y las piezas con sección en "J" sobre la pieza base precurada;

5 montar una bolsa de vacío (14) previamente fabricada y chequeada;

voltear la pieza y el útil hasta una posición vertical cuando las piezas son de grandes superficies y difícil acceso, haciendo en esta posición el ajuste fino de la bolsa de vacío; y

10 realizar ciclo de autoclave para el curado.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se unen una pieza base y una o más segundas piezas para obtener una pieza precurada terminada.

15 3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los elementos a encolar en estado fresco se obtienen a partir de laminados planos de espesores variables por zonas, que posteriormente se cortan y apilan en  
20 paquetes hasta la configuración final de la pieza, apilándose paquetes de como mínimo dos telas y no colocándose en ningún caso tela a tela.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los elementos a encolar en estado fresco se conforman en  
25 caliente para obtener preformas con la geometría final, de manera que puedan montarse fácilmente sobre los útiles de curar (machos rígidos 1).

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los  
30 útiles de conformado en caliente son de aluminio con madera mejorada por su parte superior en contacto con la fibra para evitar pérdidas por transferencia de calor, así como de su sistema de vacío integrado para  
35 la operación de volteo de dichos útiles.

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los úti-

les de curar (1) son de sección de forma general de trapecio rectángulo de modo que aseguren la calidad geométrica de la pieza, permitiendo el ajuste de los largueros (2) por su cara superior con otra pieza del tipo de la pieza base.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los útiles de curar (1) son fabricados en invar para evitar las deformaciones originadas por las dilataciones térmicas durante el ciclo de autoclave.

8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque entre el filo (20) del macho rígido (1) y el radio del pie del larguero (2) hay una distancia de 3 mm que garantiza la calidad geométrica de la pieza así como el desmoldeo.

9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el curado en autoclave se lleva a cabo a una presión de 586 kPa a 896 kPa y a una temperatura de hasta 190°C en función del material compuesto empleado, con un gradiente de calentamiento de 0,5 a 2°C/min.

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque se obtienen piezas aplicables en estructuras y mandos de vehículos aeroespaciales, marinos y terrestres, así como en maquinaria y equipos industriales.

11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la pieza base (revestimiento 3) consiste en la piel de un ala de avión, un estabilizador o cualquier otro elemento que necesite ser rigidizado para el cumplimiento de su función estructural.

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las piezas en estado fresco son de sección transversal en "J".



13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las piezas en estado fresco presentan espesores entre 1 y 6 mm, y la pieza base presenta una longitud de hasta 7 m, con forma en delta.

14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la bolsa de vacío (14) es de grandes dimensiones y por ello se traza en máquina de control numérico y elabora previamente a su colocación.

15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el material compuesto consiste en fibras y resinas seleccionadas entre fibra de vidrio, fibra de carbono, fibra de aramida, fibra de boro, resina epoxi, resina termoplástica y otras resinas termoestables.

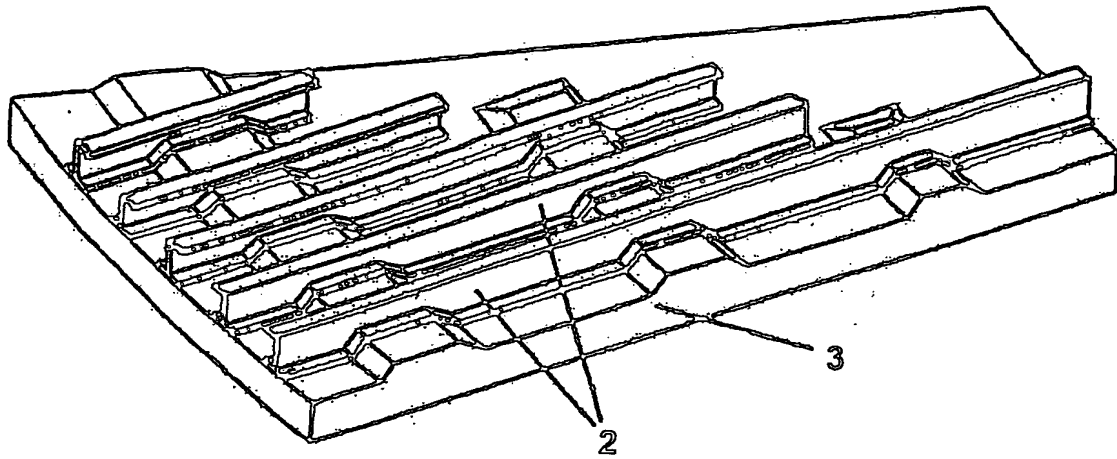


Fig. 1

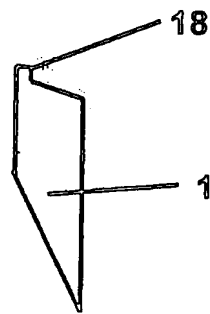


Fig. 3

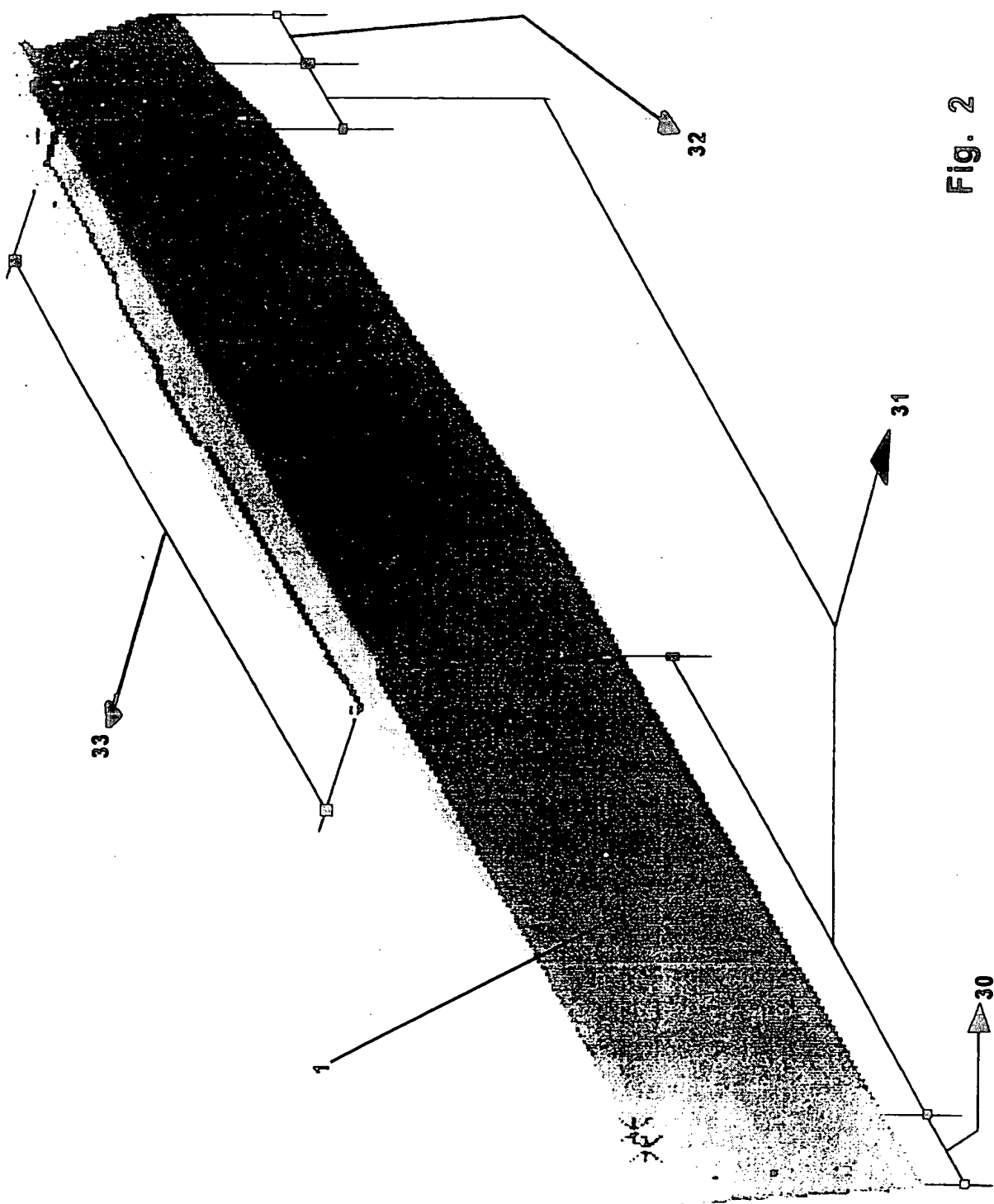
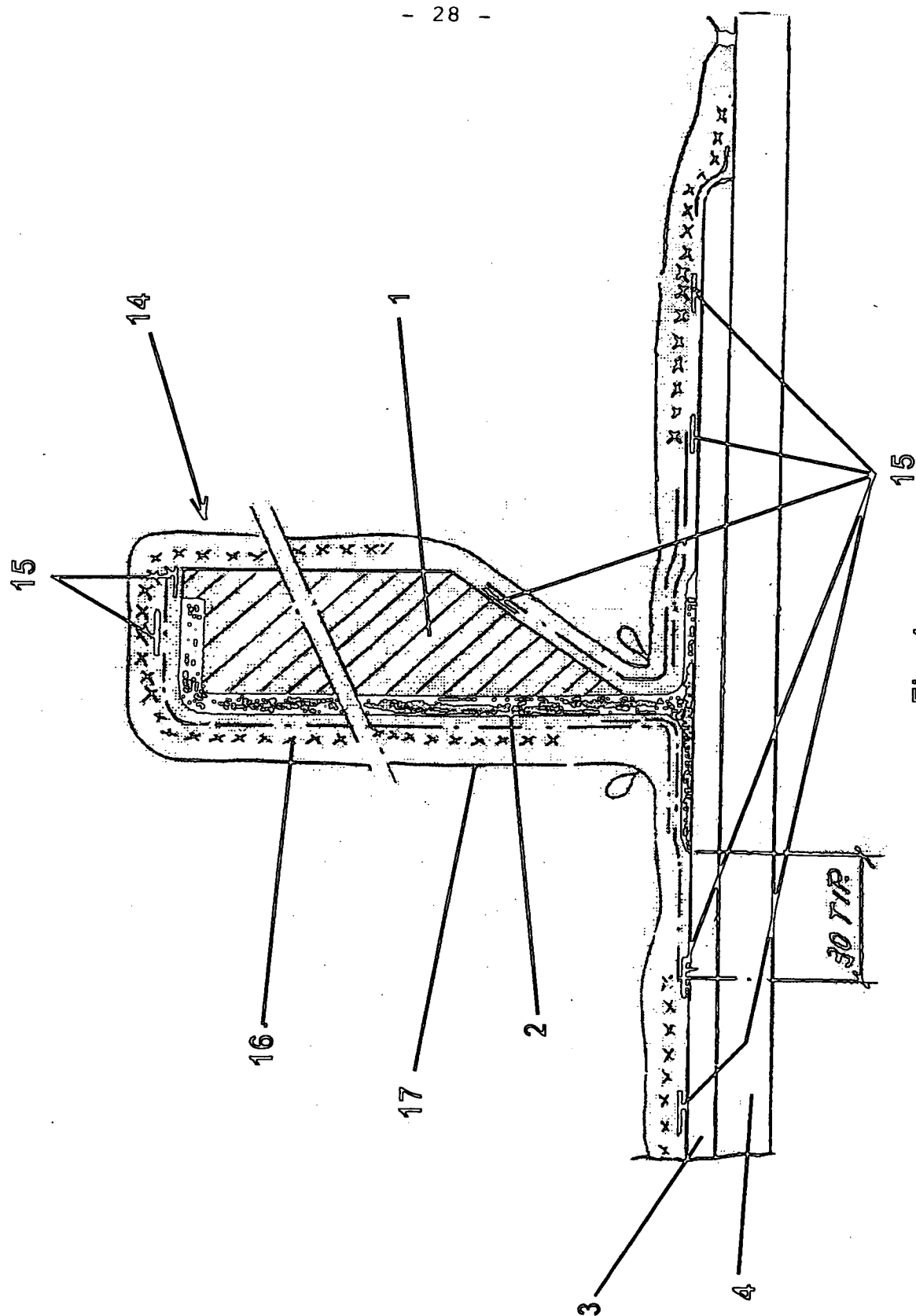


Fig. 2

1000 1000 1000 1000



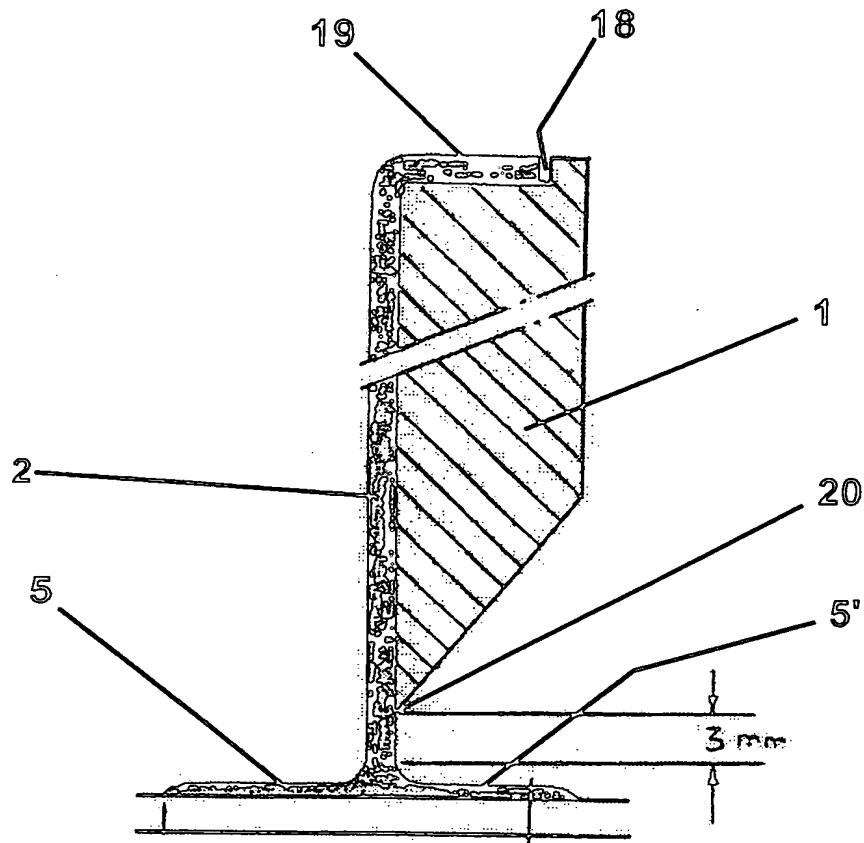


Fig. 5

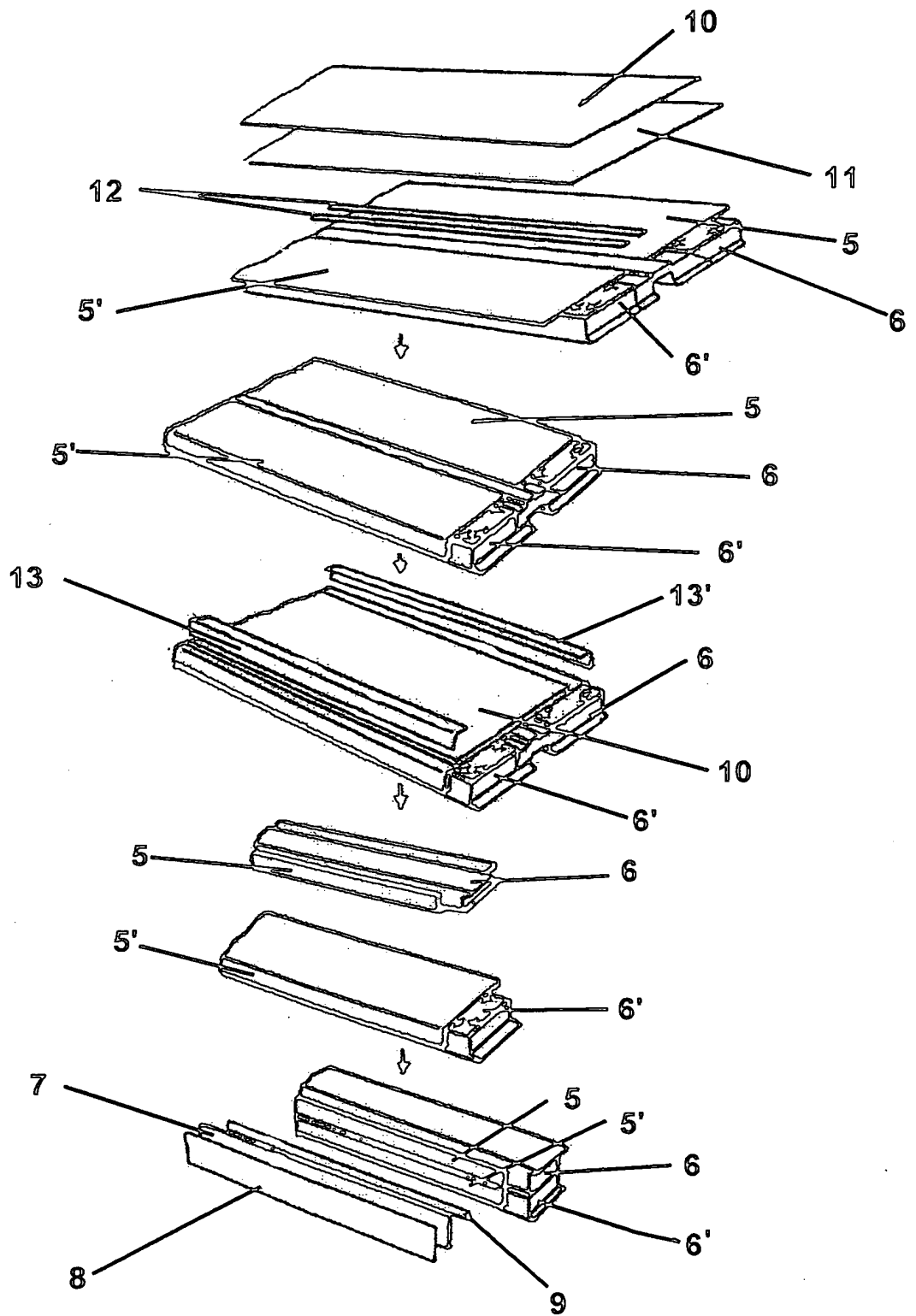


Fig. 6

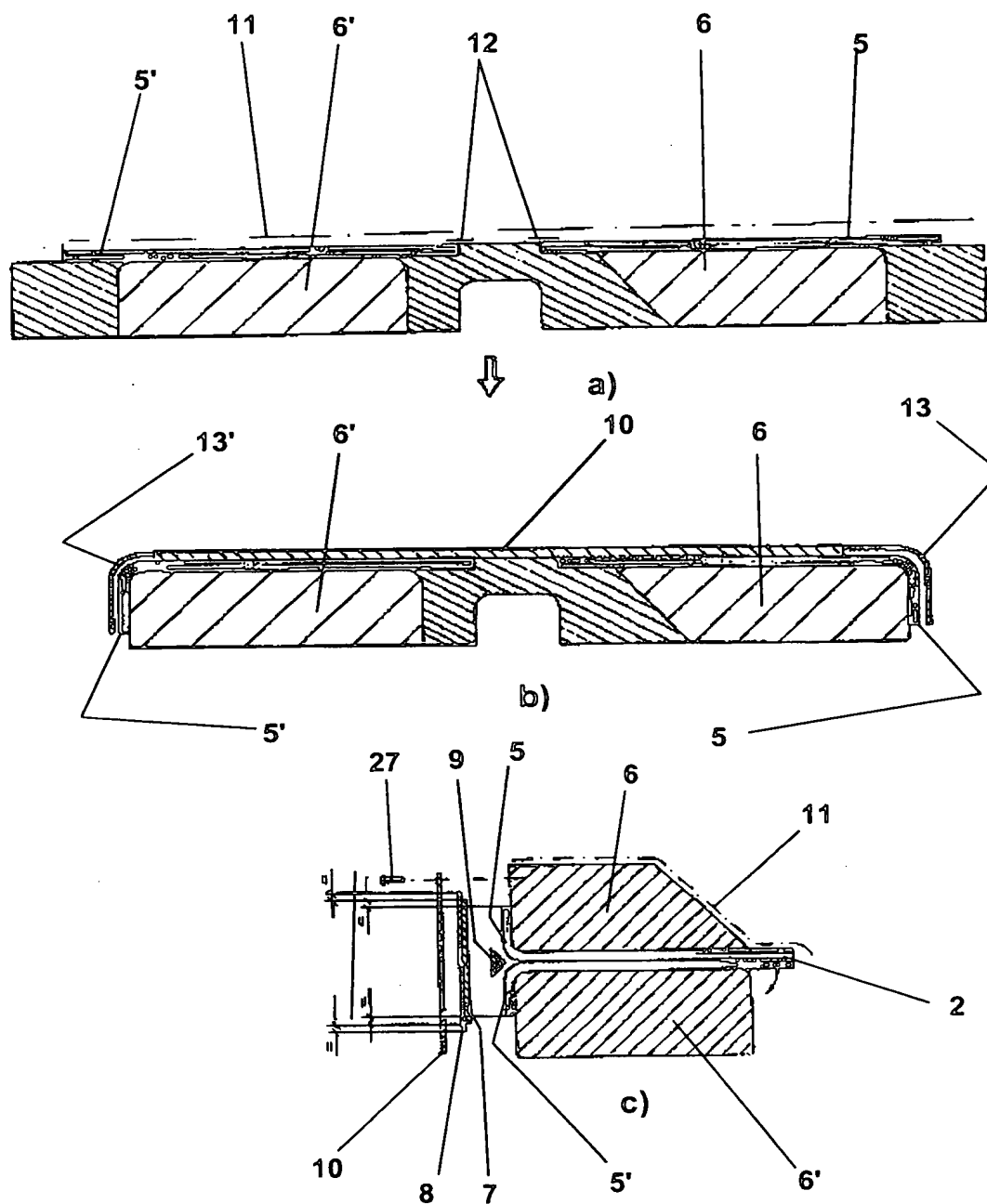


Fig. 7

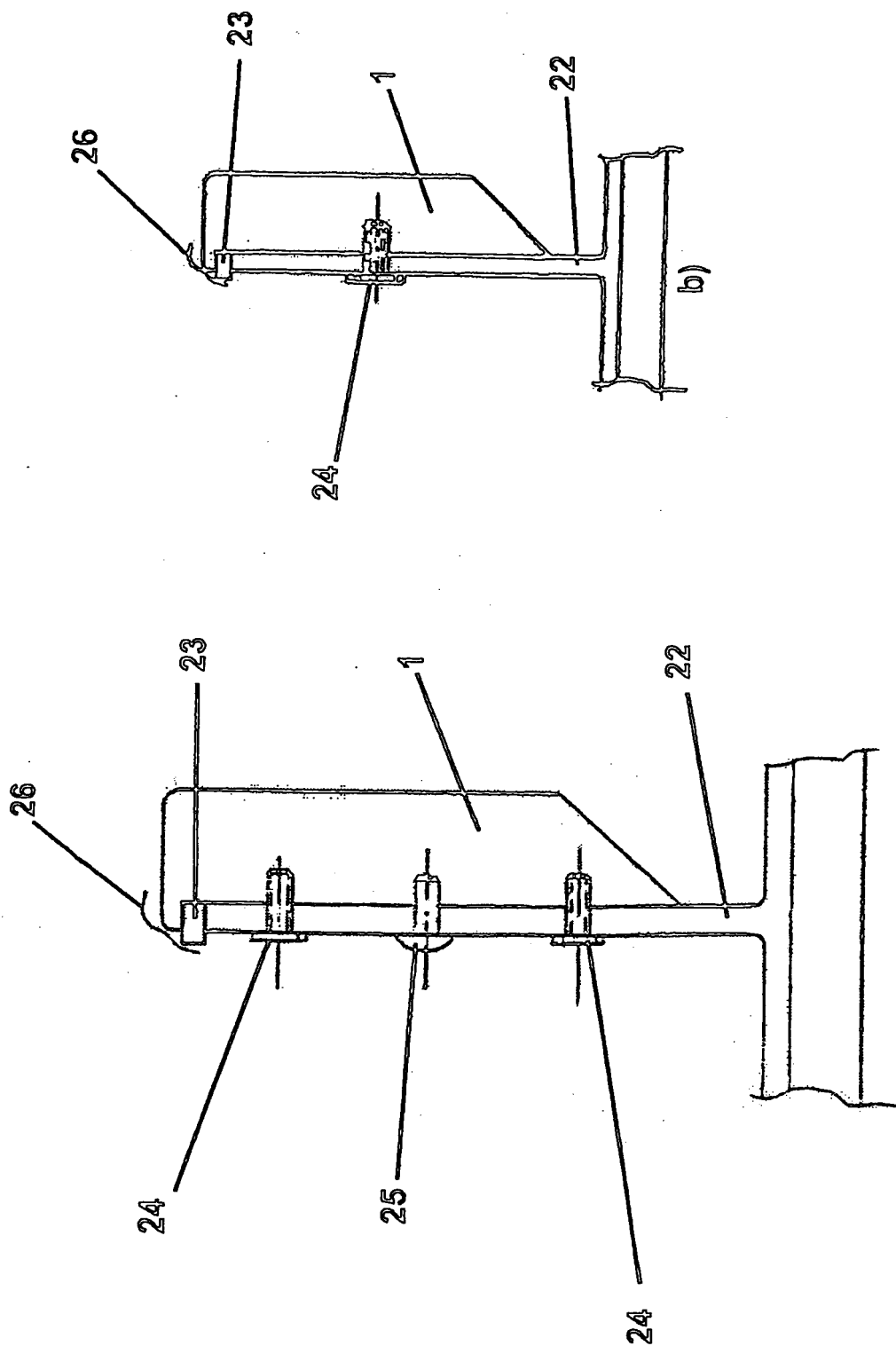


Fig. 8



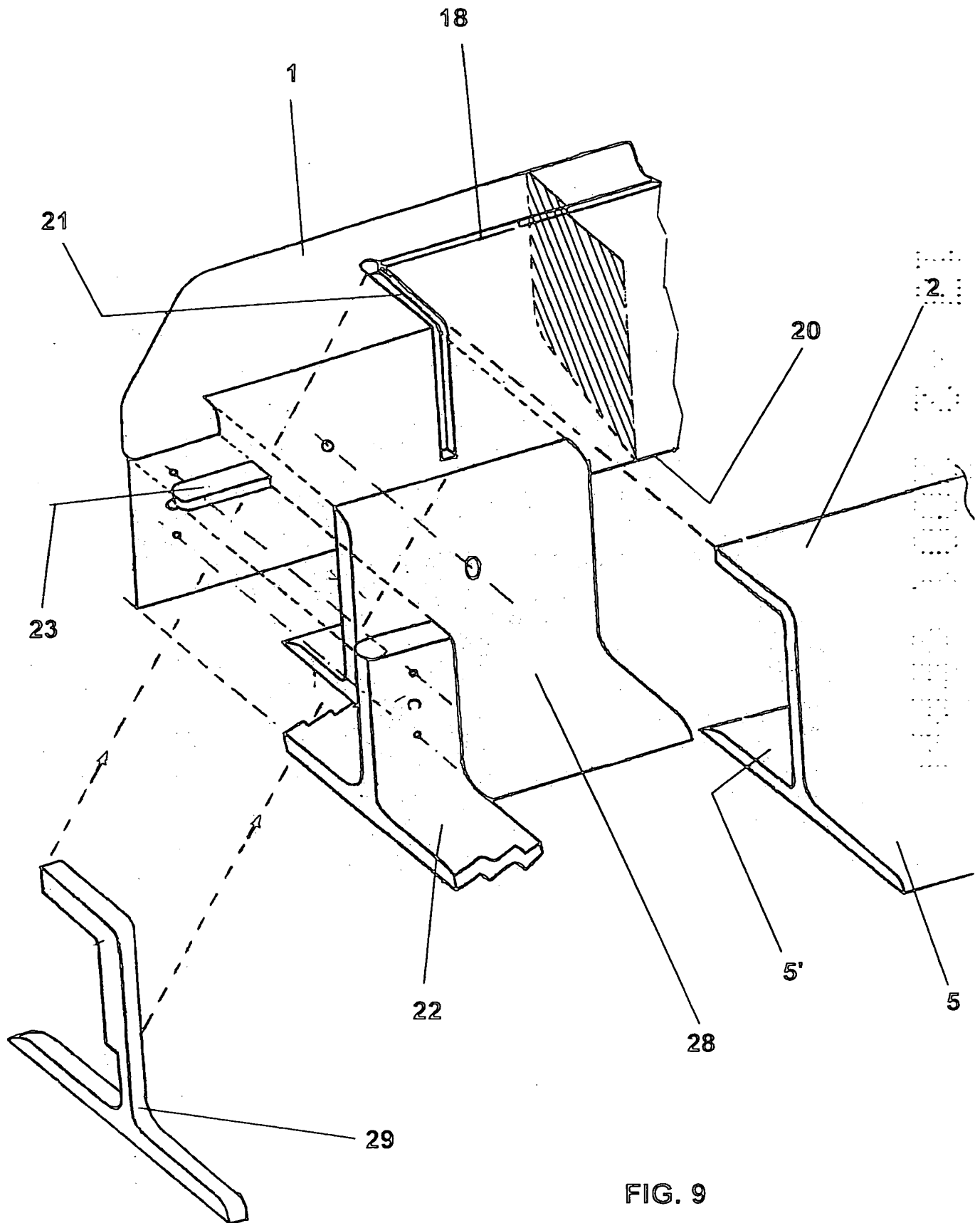


FIG. 9



ATTORNEY DOCKET NO.: U 013874-8  
SERIAL NO.: 10/074,269  
GROUP NO.: 3726

S P A N I S H  
P A T E N T   A N D   T R A D E M A R K S  
O F F I C E

OFFICIAL CERTIFICATE

I hereby certify that the attached documents are  
an exact copy of PATENT OF INVENTION number 200100317  
filed at this Office on 13 February 2001.

Madrid, 7 March 2002

The Director of the  
Patents and Models  
Department

p.p. M. MADRUGA

Ink stamp and ribbon  
seal of the Spanish  
Patent Office



There is a fee stamp                      Spanish Patent and Trademarks Office                      Application Number P200100317

Application Form                      Date and time of filing  
X Patent of Invention      Utility Model                      at Patent Office  
2001 FEB 13 12:11

Date and time of filing  
other than Patent Office

(1) Addition application                      (2) Main or Home Case  
Divisional application                      Type P. Invention  
Change of Type                      Application Number  
Transformation                      Application date  
European application Type                      (3) Where Filed                      Code  
Madrid                      28

(4) Applicant(s)      Names or Legal Name      Name      National Identity Document

CONSTRUCCIONES AERONAUTICAS, S.A.

(Ink stamp of the Patent and Trademarks Office)

(5) Details of First Applicant  
Domicile Avenida de Aragón, 404  
Locality 28022 Madrid  
Province  
Country of Residence Spain  
Nationality Spanish  
Telephone  
Postal Code  
Country Code ES  
Nation Code ES

(6) Inventors      (7) ( ) Applicant is Inventor      (8) How Rights  
(X) Applicant is not Inventor      Obtained  
or sole Inventor.      (X) Laboral Invention  
(X) Contract Succession

Surnames	First Name	Nationality	Nation Code
1) NOGUEROLES VIÑES	Pedro	Spanish	ES
2) GARCIA GARICA	Aquilino	"	"
3) CEREZO PANCORBO	Carlos	"	"

(9) Title of the Invention  
"METHOD FOR MANUFACTURING ELEMENTS OF COMPOSITE MATERIALS BY THE CO-BONDING TECHNIQUE"

(10) Invention Referring to Microbiological Process in Accordance with Article 25.2 Patent Law      ( ) Yes      (X) No

(11) Official Exhibitions  
Place                      Date

(12) Declarations of Priority  
Country of Origin      Country Code      Number      Date

(13) The applicant relies on the tax exemption provided in Article 162 L.P.                      Yes      (x) No



(14) Representative Surnames

Names

TAVIRA MONTES-JOVELLAR Antonio 772(2)

Domicile	Locality	Province	Postal Code
Miguel Angel 21	Madrid	Madrid	28010

(15) List of accompanying documents

X Description. No. of pages	21	X document of Representation
X Claims. Number of pages	4	Designs
X Drawings Number of pages	8	X Tax receipt
X Abstract		Supplementary information
Priority document		sheet
Translation of priority document		Others

Signature of the Officer

(illegible)

Signature of Applicant or Representative

Alberto de Elzaburu  
p.p. (illegible)

(16) Notification of payment of the Tax on Grant

You are notified that this application will be considered withdrawn if the tax on grant is not paid: to pay such tax three months are available counting from publication of the announcement of grant in the Official Gazette, plus the ten days set in Art. 81 of the Royal Decree 10-10-86.

TO THE COMMISSIONER OF THE SPANISH PATENTS AND TRADEMARKS OFFICE





P A T E N T

Application No.  
P200100317

ABSTRACT AND DRAWING

Filing Date  
13 FEBRUARY 2001

ABSTRACT (Maximum 150 words)

ABSTRACT

Method for manufacturing elements made from composite material using the co-bonding technique, in which uncured elements (preformed beams (2)) are bonded onto another cured element (the skin (3)) with multiple thickness changes, using a rigid tooling made of invar used for support and positioning during the curing process. Each material is made with preimpregnated material using automated tape laying. The preform of the beams (J-section) is obtained by hot forming of flat laminates. The final curing and bonding to the precured skin (co-bonding) is performed using a direct vacuum bag in an autoclave. A flat plan of the vacuum bag is made, it is traced with a numerical control machine and it is made prior to being placed on the tool. For large surfaces with difficult access the final adjustment is performed with the tool and the part in a vertical position, due to the ergonomic difficulties involved in working on certain areas. The invention is applicable to the field of aeronautics.

Figure 1.



Priority Data

Spanish Patent and Trademarks Office (Arms) 31 Number 32 Date 33 Country A1 12 PATENT OF INVENTION

21 Application No.  
P200100317

22 Filing Date  
13 February 2001

71 APPLICANT(S)  
CONSTRUCCIONES AERONAUTICAS, S.A.

Nationality  
Spanish

DOMICILE  
Avda. de Aragón 404, 28022 Madrid, Spain

72 INVENTOR(S) PEDRO NOGUEROLES VIÑES, AQUILINO GARCIA GARCIA  
and CARLOS CEREZO PANCORBO

73 OWNER(S)

11 PUBLICATION No. 45 PUBLICATION DATE 62 PARENT DRAWING  
PATENT

51 INTERNATIONAL CLASS

54 TITLE

"METHOD FOR MANUFACTURING ELEMENTS OF COMPOSITE MATERIALS BY  
THE CO-BONDING TECHNIQUE"

57 ABSTRACT

(Submitted voluntarily, without legal value)

Method for manufacturing elements made from composite material using the co-bonding technique, in which uncured elements (preformed beams (2)) are bonded onto another cured element (the skin (3)) with multiple thickness changes, using a rigid tooling made of invar used for support and positioning during the curing process. Each material is made with preimpregnated material using automated tape laying. The preform of the beams (J-section) is obtained by hot forming of flat laminates. The final curing and bonding to the precured skin (co-bonding) is performed using a direct vacuum bag in an autoclave. A flat plan of the vacuum bag is made, it is traced with a numerical control machine and it is made prior to being placed on the tool. For large surfaces with difficult access the final adjustment is performed with the tool and the part in a vertical position, due to the ergonomic difficulties involved in working on certain areas. The invention is applicable to the field of aeronautics.

Figure 1.



METHOD FOR MANUFACTURING ELEMENTS OF COMPOSITE MATERIALS BY  
THE CO-BONDING TECHNIQUE

FIELD OF THE INVENTION

5

The present invention relates in general to methods for manufacturing a composite material structure, in which on a precured element (skin) are glued other uncured elements (beams) by placing an adhesive layer between them  
10 (between the precured element and each uncured element), thereby obtaining a structural union. The adhesive is cured at the same time as the latter elements.

More specifically, the object of the invention is to develop the required theoretical concepts and the  
15 corresponding manufacturing methods for providing a union system by co-bonding of one or several elements (beams) made from composite materials and uncured, and a base (skin) also made of composite material but which is precured, with multiple changes in thickness. A precise  
20 adjustment must be obtained of the uncured elements, both with the adhesive surface (skin) and with the other, upper surface.

For this purpose, the tooling used is the most relevant factor, which is in this case a rigid invar rod  
25 (described in detail below) with a direct bag that allows to obtain a high dimensional precision at the same time as a tight positioning tolerance. To clarify the term "direct bag", it should be pointed out that the direct vacuum bag concept relates to the elements that comprise the vacuum  
30 bag (FEP or fluoro-ethylene-propylene, AIRWEAVE type aerator and bag plastic) are directly on the part to be cured without any interposed tooling. This ensures a uniform consolidating pressure.



The union is achieved by curing the adhesive layer under strict pressure conditions and at its polymerization temperature, which must match that of the resin of the uncured elements as both chemical processes take place simultaneously in the same autoclave cycle.

Likewise, the union effected is designed to withstand shear loads applied to the skin by the beams, due to deflections of the structure, and detachment forces applied on the beams by the skins, as well as various types of internal pressures such as those of a fluid when the torsion box is the fuel tank.

#### **BACKGROUND OF THE INVENTION**

The most remarkable characteristic of the present invention is the use of a rigid tooling (a system of rigid tools and rakes) for the bonded union, combined with applying autoclave pressure using a scheme with a vacuum bag in direct contact with the elements to be bonded and cured.

In order to bond the uncured elements to a precured skin which must match another complex surface at the unbonded end, a manufacturing system was initially developed with a flexible tooling using the "inflatable tool" technique. These tools were made from an elastomer material stiffened as required with carbon fiber.

The high cost and low reliability of this tooling spurred the development of a rigid tooling system to solve these problems; this is the co-bonding system with rigid tools.

During the development stage of the rigid tool trials were performed with tooling of various configurations:

- Several configurations were tested with steel material, which were discarded because of the thermal gradients generated which resulted in deformations of





the part to the point of not obtaining the required quality.

■ Two constructive solutions have been tested using invar:

5       - Rigid tools made from welded sheets which are later machined. This solution is the lightest but its construction is extremely complex and involves several deformation and straightening operations during fabrication.

10       It is also possible to leave a small wall thickness after machining, with the resulting risk of collapse of the tool in the autoclave. The resulting weight does not allow manual handling.

15       - Rigid tools made from a sheet with a sufficient thickness and enlightened by machining, and later covered by a welded plate.

20       The enlightened material weighs  $\approx 25$  kg as compared to a weight of the solid tool of around 150 kg. This enlightening is not justified due to handling issues as it greatly increases the tool fabrication cycle and its handling still requires additional means.

25       As well as the use of different materials and configurations of the rigid tools, another basic aspect in the use of this type of blade-shaped rigid tooling is the distance between the edge of the rigid tool and the radius of the beam foot. The following configurations were tested:

- The rigid tool extending 2 mm into the radius.
  - The rigid tool remaining 2 mm above the radius.
  - The rigid tool extending as far as the middle of the
- 30       radius.

It was concluded that the rigid tool should end above the radius of the foot, as this configuration provides the best dimensional and quality results, as well as facilitating demolding.



Later studies led to an optimization of the distance between the rigid tool and the beam foot radius, arriving at the conclusion that the ideal distance was 3 mm from the edge of the rigid tool to the beam foot radius opening.

5       The results obtained indicate that rigid tools should be made of solid invar, as this simplifies their construction and improves dimensional tolerance. Additionally, they are handled in all cases with auxiliary means and not manually, regardless of their configuration.

10       As regards the bonded unions, using a different type of tooling, the prior art closest to the application are those relating to:

1. Joining beam stiffeners of the torsion box for the A330-340 airplane horizontal stabilizer (currently in the  
15       production stage).

2. Joining the longitudinal stiffeners for the skin of the torsion box of the CASA 3000 airplane wing (in prototype stage).

3. Joining auxiliary longitudinal tools to the skin of  
20       the torsion box of test FB.5-1 of the technological development program for large airfoils (GSS) to be applied to the horizontal stabilizer of the A3XX.

From the results of the above experiences and from other relevant manufacturing studies and tests it was  
25       concluded that the application of the method of the present invention is feasible and reliable for its use in parts of highly demanded structures and with high quality requirements, with complex shapes and strict dimensional tolerances.

30

#### **FIELD OF APPLICATION OF THE INVENTION**

This invention is applicable to the manufacture of structures made of composite materials in which participate



a precured element (skin) and other uncured elements (beams) that are cured simultaneously to their union to the precured element.

5 The structures for which this technique would be applicable are such as:

- Airplane structures and controls, such as airfoils, moving airfoil surfaces, fuselages.
- Space ships
- Marine and land vehicles
- 10 - Industrial machinery and equipment.

The various manufacturing stages which comprise the full process are:

#### **Fabrication of the skin**

15

- Tape laying on a curved tool
- Placing the vacuum bag on a laminate
- Curing in an autoclave
- There is no demolding operation or NDE

20

#### **Fabrication of the J-beams**

- Flat tape laying.
- 2D cutting in fresh state on standards.
- 25 - Mounting standards until final configuration of the beam cloths.
- A first hot forming cycle to obtain two L-shaped beam halves.
- Placing one half on the other.
- 30 - A second hot-forming cycle, to provide the final J-shaped beam.
- 3D cutting of the uncured beam rises as well as other cutting to obtain the final size of the beam



after the curing cycle.

### **Fabrication of the vacuum bag**

- 5       - Approximate flat layout of the final bag configuration
- Tracing the bag in a flat machine with numerical control or manually with standards or Mylar. The position of the beams and fasteners on the radii is
- 10       traced.
- Formation and manual attachment of the fasteners.

### **Fabrication of the final structure: co-bonding**

- 15       - Assembling the beams on rigid invar tools on auxiliary preassembly benches. Each bench has two rigid tools to allow ergonomic working conditions.
- Placing all possible elements of the final vacuum bag on the beams in the preassembly benches.
- 20       Additionally, consolidation ensures adjustment on the skin. For this, the preassembly benches are provided with a surface which perfectly resembles the surface of the skin.
- Transfer of rigid tools + rakes + beams to their
- 25       final position on the skin.
- Placing the remaining elements of the vacuum bag.
- Assembling the prefabricated and checked vacuum bag.
- Final adjustment of the vacuum bag with the assembly in a vertical position for large surfaces with
- 30       difficult access to certain areas.
- Autoclave curing cycle.
- Demolding.
- NDE of the skin.





- Re-edging (only for the skin as the system of rigid tools allows to obtain beams with their final geometry).
- MDE of beams.
- 5 - Priming and painting.

### **Materials**

The materials to be used will be composite materials,  
10 in which the fibers and resin can be:

#### **FIBERS**

- Carbon fiber.
- 15 - Glass fiber.
- Ceramic fiber.
- Aramid fiber.
- Boron fiber.

#### 20 **RESINS**

- Epoxy resin.
- Thermoplastic resin.
- Other thermos table resins.

25

### **SUMMARY OF THE INVENTION**

The object of the invention is a method for manufacturing composite material structures in which  
30 several uncured elements (beams) are joined to a precured element (skin) so that the union has structural requirements.



The bonding and curing of the beams is achieved by a prior forming and a final curing in an autoclave with a direct vacuum bag.

The uncured elements have a J-shaped cross section.

5       The basis of the manufacturing method is the optimized design of forming tools (made of aluminum and improved wood with an integrated vacuum system for overturning) and particularly curing in an autoclave, rigid tools made of invar (to avoid deformations due to thermal expansion) and  
10       the automation of all processes.

The method is applicable to any base structure which must be stiffened by elements with a precise geometry.

The tape laying technique can be either manual or automated, although the automated tape laying system  
15       optimizes the process considerably.

In a specific embodiment the invention discloses a method for manufacturing precured parts of composite material by using uncured J-bars, in which are structurally joined at least two parts made of composite materials, of  
20       which a first part known as the base part or skin is in a cured state and a second part or parts, known as beams, are uncured, and in which the two parts are joined by a layer of structural adhesive so that the second part is compacted against the first, with a suitable cross linking of the  
25       resin of the composite material, and so strongly bonded to the skin of the first part that the required strength of the adhesive layer is ensured. This method is characterized by the following stages: laminating superposed layers of preimpregnated composite material so that the fiber  
30       orientation is adapted to the structural requirements of the part to be obtained, obtaining from the resulting laminates on one hand the base part and on another a set of basic stacks used to form the second part; curing the base part in an autoclave; cutting the flat laminate with the  
35       areas of different thickness from which the second parts



are obtained; assembling packages from the standards obtained in the previous cutting; hot forming in two cycles by applying hot and cold of the previously obtained flat configurations to obtain a preform with a J cross-section; 5 mounting the preforms on the curing tools on auxiliary preassembly benches which simplify this task; precise positioning of all tooling (rigid tools + rakes) and J-shaped part on the precured base; mounting a previously made and checked vacuum bag; overturning the part and the 10 tool to a vertical position when the parts have a large area and are difficult to access, in which case the fine adjustment of the vacuum bag is performed; and performing the autoclave curing cycle.

In accordance with the invention a base part and one 15 or more second parts are joined to obtain a finished precured part. The uncured elements to be bonded are obtained from flat laminates of varying thickness, which are later cut and stacked in packages until the final configuration of the part, stacking packages of at least 20 two cloths and in no case with two cloths touching each other.

Likewise, the uncured elements to be bonded are hot formed to obtain preforms with the final geometry, so that they can be easily mounted on the curing tools (rigid 25 tools). The hot forming tools are made of aluminum with improved wood on their top part, which is in contact with the cloth, in order to prevent heat transfer losses as well as in the integrated vacuum system for overturning said tools.

30 In addition, the curing tools generally have a rectangular trapezoid cross-section so that the geometrical quality of the part is ensured, allowing to adjust the beams on their top surface with another part of the type of the base part. These curing tools are made of invar to 35 prevent deformations due to thermal expansion during the



autoclave cycle.

Furthermore, between the edge of the rigid tool and the foot radius there is a 3mm separation which ensures the geometrical quality of the part as well as facilitates the demolding; the autoclave curing process is performed at a pressure between 585 kPa and 896 kPa, and at a temperature of up to 190°C depending on the composite material used, with a heating gradient of 0.5 to 2°C/min.

With the method of the invention parts are obtained that can be applied in structures and controls of aerospace, marine and land vehicles, as well as in industrial machinery and equipment. Specifically, the base part (skin) comprises the skin of an airplane wing, a stabilizer or any other element which must be stiffened to fulfill its structural functions.

In accordance with the invention, the uncured parts have a J-shaped cross section and thickness between 1 and 6 mm, while the base part has a length of up to 7 m and is shaped as a delta.

The vacuum bag used in the method of the invention is quite large, so that it is traced with a numerical control machine and made before it is placed.

The composite material used in the method of the invention consists of fibers and resins selected among glass fiber, carbon fiber, aramid fiber, boron fiber, epoxy resin, thermoplastic resin and other thermostable resins.

#### **BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**

The above and further characteristics and advantages of the invention will become apparent by means of the following description made with reference to the accompanying drawings, where:





Figure 1 is a perspective view of a structure made of composite material obtained by the method of the invention.

Figure 2 is a perspective view of a rigid invar tool used in the method of the invention.

5        Figure 3 is a typical cross section of a rigid invar tool such as that of figure 2.

Figure 4 shows the rigid tool of figure 2 and a J-beam attached to it enclosed in a direct vacuum bag.

10       Figure 5 shows a J-beam attached to a rigid invar tool such as that of figure 2.

Figure 6 shows the successive steps of the manufacture of a preform for a J-beam in accordance with the method of the invention.

15       Figure 7a-c show enlarged sectional views of the two hot forming tools used in the manufacturing method illustrated in figure 6.

Figure 8a-b shows two methods for attaching a rigid invar member to a support rake.

20       Figure 9 shows finally a schematic representation of the relative positioning of the various elements required to carry out the method of the invention.

#### **DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION**

25       The manufacturing method of the invention applicable to composite materials is associated to a set of various prior processes which allow an optimized co-bonding.

30       The basis of the success of the method is the tooling used. The method and system of rigid tooling, rigid tool (1), has been specifically conceived for peculiar geometries in which the J-section beams (2) must be bonded to a skin (3) with multiple thickness variations, and where the beams must match well another surface above them.

As the beams (2) must maintain a given height with a



tight tolerance the rigid tools (1) must be completely still during the curing cycle, without exerting any compacting pressure against the beam foot, which makes the process even more complicated.

5

#### **FABRICATION OF THE SKIN**

The base skin is made by automatic tape laying (ATL), although the tape can also be placed manually, in both cases using unidirectional tape with a 150 mm band width. A relatively low width is used to allow laminating considerably curved surfaces with large local differences in thickness, due to the local application of structure loads in its service lifetime.

15 To prevent the problems with the different thermal expansion between the tool (4) and the material used (carbon fiber tape) an invar tool is used, as this material has a thermal stability which is quite similar to the carbon fiber laminates.

20 The curing cycle is performed at a high pressure (896 kPa) to ensure that no pores appear inside the element. Without demolding the skin (3) from the tool (4), the bonding operation of the beams (2) is performed after their preform is obtained.

25

#### **FABRICATION OF THE J-BEAMS**

The J-beams (2) are made using the package technique in order to maximize the automation of their manufacture.

30 In order to avoid having to place the cloths one by one, a flat laminate is automatically tape-laid with the correct orientations and different thickness that vary from 0.5 mm (2 layers of carbon fiber tape) to 1.75 mm (7 layers of carbon fiber tape). Flat tape laying is with



unidirectional tape with a 300 mm width to shorten machine use times (or manual tape laying times).

This laminate is taken to the panex 2D cutting machine (for uncured cutting), from which the standards are  
5 obtained that will be part of each beam (2) (the term "panex" refers to an uncured stack of carbon fiber tape and/or fabric). Before hot forming the packages are mounted until the required cloth sequence is obtained. Some of the mounted standards are full for the entire part and others  
10 are local reinforcements for certain areas.

The preform of the J-beam (2) is obtained by two hot forming cycles shown in figures 6 and 7.

In the first cycle the foot (5, 5') of each half of the beam (2) is bent to obtain two L's. The tool (6) is  
15 laid on the tool (6'), with the laminate held onto the tool by the integrated tool vacuum system. An end strip (7) of carbon fiber (2 layers) and a layer of adhesive (8) are placed on the foot of the beam, without removing the paper back to prevent the beam from adhering to the preassembly  
20 benches as explained further below.

The central gap left in the foot between the two halves of the beam is filled with a part (9) of carbon fiber (rowing) with a triangular section and orientations from (+/-) cut by the numerical control machine.

25 In figures 6 and 7 can also be seen a sheet (10), a pin (27) for attaching the former, an FEP sheet (11), two adhesive tapes (12) and two adhesive angles (13, 13').

In the second cycle the final J is obtained by folding the end (the head) of the beam (2) distant from the foot  
30 (5, 5').

Stages a) and b) shown in the figure 7 correspond to the first cycle described and stage c) of figure 7 corresponds to the second cycle described above.

The tools (6, 6') are made of aluminum and improved  
35 wood in contact with the laminates in order to minimize the



heat transfer from the laminate to the tool. During forming the vacuum must be created slowly (10mmHg/min) to allow the cloths to slide on each other preventing the appearance of wrinkles at the turning radii. The vacuum is applied when  
5 the laminate is at the right temperature (between 45 and 60°C).

In order to avoid the re-edging operation for beams (2) after they are joined to the skin (3), which is complex due to their final geometry, the longitudinal rises and the  
10 head rises are cut when uncured, as well as any orifices or holes in the beam core using a 5-axis 3D numerical control machine. After this operation the beam has its net size.

#### **VACUUM BAG**

15

For large and complex shapes of the vacuum bag (14) (figure 4) a bag prefabrication method has been developed which comprises the following stages:

- 20 - Developing an approximate plan of the final bag configuration.
- Tracing the bag in a 2D numerical control machine with standards or Mylar. The position of the beams and fasteners on radii are traced.
- Manual creation of fasteners.
- 25 - Checking the vacuum bag and closing it on itself.
- Storage, suitably protecting the plastic until it is used.

For large surfaces an overturning system is used to mount the vacuum bag, with tool (4) taken to a vertical  
30 position which allows access to its inside. During the bonding process it is necessary to access the entire surface in an ergonomic manner in order to carry out a thorough adjustment and visual inspection of the complex vacuum bag used, before the autoclave cycle. The adjustment





of the bag and tool or bag and part will determine the reliability of the bag and the correct shape of the part. For this purpose the entire bag-tool unit is raised to a position which will later allow to rotate it to a vertical position.

The structure of bag (14) consists of a two-sided tape (15), a separator (11), not shown in figure 4 and which corresponds to the aforementioned FEP sheet (11), an AIRWEAVE type aerator (16) and an external plastic film (17), such as of nylon.

The abbreviation TIP of figure 4 indicates "typical", as applied to a length.

#### CO-BONDING PROCESS

The following basic tooling is used for the co-bonding process:

- Rigid tools
- Pakes
- Preassembly benches

#### RIGID TOOLS

These are the main part of the tooling and their adjustment and positioning will determine the dimensional quality of the co-bonded part.

They are the support and positioning elements for the beams (1) during the curing cycle, and at the same time serve to precisely position each beam. A typical section of a rigid tool (1) is schematically represented in figure 5.

The step (18) on the top part is designed as a stop for the head (19) of the beam (2), although a 1 mm clearance is provided to allow the resin to overflow during the curing process.



In its lower part the profile of the rigid tool (1) ends as a live edge (20), for several reasons:

- to allow a perfect coupling of the vacuum bag (14) without any bridging of it, which would cause the bag to break or the beam (2) to be deformed in that area;
- to prevent resin from overflowing in that area, which would greatly difficult demolding as well as result in deformations of the radius of foot (5, 5') of the beam (2).

The edge (20) ends 3 mm above the outlet of the radius of the foot (5, 5') in order to allow the demolding operation.

The edge (20) of the rigid tool (1) will accurately follow the shape of the skin (3) with raised and lowered areas due to thickness changes.

With this design for the tool the foot (5, 5') of the beam (2) (the area to be bonded) is subjected to the direct pressure of the autoclave through the vacuum bag (14).

Those areas of the rigid tool (1) where there is no beam (2) are covered by metal elements (28) (fillers) which simulate the thickness and the foot (5, 5') of the beam (2), so that the bag (14) does not slip into the bottom slit which would be left with the resulting risk of it breaking.

As mentioned above, the rigid tools (1) are made of invar in order to prevent the deformation of the beam (2) during the curing cycle as a result of the different thermal expansion of the beam and the rigid tool.

At the longitudinal ends of the rigid tools (1), just at the end of the beam (2), are made grooves (21) for inserting retainers (29) of airpad or Teflon, which can be easily disassembled during demolding and which allow to retain the excess resin from beams (2) during the autoclave

1.  
2.  
3.  
4.  
5.

cycle.

## **RAKES**

5        These are the supporting elements for the rigid tools  
      (1). Some are placed on the tool (4) of the skin (3) and  
      others on the cured skin (3), simply resting on it. Their  
      purpose is to ensure the accuracy in height and verticality  
10    alignment. A typical scheme for a rake (22) is shown in  
      figures 8a-b, where figure 8a shows the attachment of rigid  
      tools to rakes in the section of the engagement of the wing  
      to the fuselage, while figure 8b shows the attachment of  
      rigid tools to intermediate and wing tip rakes.

15        The gaps between the rigid tool (1), rake (22) and  
      skin (3) must be avoided in order to minimize the risk of  
      bag (14) breaking. This is extremely important in the  
      design of the final co-bonding tools.

20        The vertical support surfaces of the rigid tools (1)  
      are provided with a small cemented plate 2 mm thick to  
      prevent their wear. On these are placed shoes (23) which  
      serve two functions:

- to give the rigid tool (1) the correct height
  - to allow the demolding operation, for which with the
- 25        rigid tool (1) secured in place the shoes (23) are  
      removed and the rigid tool is moved 2mm towards the  
      skin (3), a sideways motion is effected to release  
      the head (19) of the J part of the beam (2) and  
      finally it is raised to carry it to the
- 30        corresponding storage cart.

      The rigid tools (1) are attached to the rakes (22) by  
      screws (24) and clamps (25) as well as with straps (26).

      Figure 1 shows the cooperation of the rigid tool (1)  
      and the rakes (22) for supporting the beam (2). In this



figure the label (30) represents the area of assembly of the rake on the wing tip, with (31) representing the area of assembly of the fillers (28), (32) representing the area of assembly of the rake in the engagement of the wing to the fuselage and (33) being the area where the beam is housed.

Figure 9 shows an enlarged view of the relative position of the rigid tool (1), the rake (22), the filler (28), the shoe (23) the retainer (29) and the beam (2), with the shaded area representing a typical cross section of the rigid tool (1).

#### **PREASSEMBLY BENCHES**

The assembly of the beams (2) on the skin (3) is performed on auxiliary preassembly benches whose surface reproduces the theoretical surface of the skin. Each of these benches holds two beams with the corresponding rigid tools (1) and rakes (22). This allows an ergonomic working position.

The rakes (22) are mounted on the preassembly bench, the rigid tools (1) are placed on the rakes and then the beam is placed on the rigid tool, where it is consolidated. The foot (5, 5') of the beam includes the adhesive strip with the support paper attached to prevent it from adhering to the bench. Finally, the assembly is transported to the skin (3) where it is precisely positioned.

After the entire tooling and the beams (2) are positioned on the skin (3), the scheme of the vacuum bag (14) is completed by a visual inspection of the tightness.

For large surfaces, the final adjustment of the bag (14) will be made using the tool and the part in a vertical position.





After the vacuum bag is formed it is inserted in the autoclave for curing and bonding of the beams (2) to the skin (3).

The following operations are summarized as follows:

- 5       ▪ Demolding: as explained above.
- Automated ultrasound inspection of the skin (3).
- Re-edging in a 5-axis numerical control machine.
- Automated and manual ultrasound inspection of the beams (2) and the re-edged areas.
- 10     ▪ Priming and painting.

In the above the essential characteristics of the invention have been described, although it is possible to change certain details of the fabrication method and tooling as developed by the applicant. For this reason it  
15 is intended that the scope of the invention be limited only by the contents of the accompanying claims.



CLAIMS

1. Method for manufacturing precured materials from a composite material with J-section beams applied uncured, in which are structurally joined at least two parts made from composite materials, of which a first part known as a base or skin (3) is cured and a second part or parts known as beams (2) are uncured, and in which the two parts are joined by a layer of structural adhesive so that the second part is compacted against the first with a suitable cross linking of the resin of the composite material, and so strongly bonded to the skin of the first part that the required strength of the adhesive layer is ensured, characterized by the following stages:
- laminating superposed layers of preimpregnated composite material so that the fiber orientation is adapted to the structural requirements of the part to be obtained, obtaining from the resulting laminates on one hand the base part and on another a set of basic stacks used to form the second part;
- curing the base part in an autoclave;
- cutting the flat laminate with areas of different thickness from which the second parts are obtained;
- assembling packages from the standards obtained in the previous cutting;
- hot forming in two cycles, applying hot and cold, of the previously obtained flat configurations to obtain a preform with a J cross-section;
- mounting the preforms on the curing tools on auxiliary preassembly benches which simplify this task;
- precise positioning of all tooling (rigid tools (1) + rakes (22)) and J-shaped parts on the precured base;
- mounting a previously made and checked vacuum bag (14);



overturning the part and the tool to a vertical position when the parts have a large area and are difficult to access, performing the fine adjustment of the vacuum bag in this position;

5 and performing the autoclave curing cycle.

2. Method as claimed in claim 1, characterized in that the base part and one or more second parts are joined to obtain a precured finished part.

3. Method as claimed in any of the previous claims,  
10 characterized in that the elements to be bonded in an uncured state are obtained from flat laminates with a varying thickness in different areas, which are later cut and stacked in packages until the final configuration of the part, stacking at least packages of two cloths and in  
15 no case placing one cloth against another.

4. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that the elements to be bonded in an uncured state are hot formed to obtain preforms with the final geometry, so that they can be easily mounted on the  
20 curing tools (1)).

5. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that the hot forming tools are made of aluminum with improved wood on their top part which is in contact with the fiber, in order to prevent heat transfer  
25 losses, as well as losses of the integrated vacuum system used in the overturning operation of said tools.

6. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that the curing tools (1) have a section with a rectangular trapezoid shape so that the geometrical  
30 quality of the part is ensured, allowing to adjust the top part of the beams (1) to another part such as the base part.

7. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that the curing tools (1) are made of  
35 invar to prevent deformations due to thermal expansion



during the autoclave cycle.

8. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that between the edge (20) of the rigid tool (1) and the radius of the foot of the beam (2) there  
5 is a 3 mm separation that ensures the geometrical quality of the part, as well as ensuring the demolding.

9. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that the autoclave curing takes place at a pressure between 586 kPa and 896 kPa and at a temperature  
10 of up to 190 °C, depending on the composite material used, with a heating gradient of 0.5 to 2°C/min.

10. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that parts are obtained that can be applied to structures and controls of aerospace, marine and  
15 land vehicles, as well as to industrial machinery and equipment.

11. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that the base part (skin (3)) consists of the skin of an airplane wing, a stabilizer or any other  
20 element that requires stiffening to fulfill its structural role.

12. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that the uncured parts have a J-shaped cross section.

25 13. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that the uncured parts have a thickness between 1 mm and 6 mm and in that the base part has a length of up to 7 m, with a delta shape.

14. Method as claimed in any of the previous claims,  
30 characterized in that the vacuum bag (14) is very large and for this reason it is traced in a numerical control machine and made prior to being placed.

15. Method as claimed in any of the previous claims, characterized in that the composite material consists of  
35 fibers and resins chosen from among glass fiber, carbon





- 24 -

fiber, aramid fiber, boron fiber, epoxy resin,  
thermoplastic resin and other thermostable resins.

RECEIVED  
JUN 19 2007  
OIRE/JCWS